Aus der chirurgischen Universitätsklinik zu München.
Direktor: Prof. Dr. Magnus.

Tetanus
in der
Geschichte der Medizin

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

an der

Ludwig-Maximilians-Universität

zu München

vorgelegt von

Sik-Ning Wong
aus Canton (China)

1939

Druckerei und Verlag wissenschaftlicher Werke Konrad Triltsch,
Würzburg-Aumühle.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München.

Dekan: Prof. D a b e l o w.

Referent: Prof. M a g n u s.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Der erste, welcher genauere Angaben über den Starrkrampf gemacht hat, ist Hippokrates selbst. (448 v. Chr.). In seinen Schriften finden wir ihn mit den Worten definiert[1]):

Τέτανος σπασμός τις, οἷον ἀποπαγέντων τῶν τοῦ σώματος καὶ μάλιστα κατὰ τὴν ῥαχιν μυῶν, ὅθεν οὐδὲ σφὰς αὐτοὺς ἐπικαμψαι δύναται.

Folgendes ist das Krankheitsbild des Tetanus nach Verletzung, wie er von Hippokrates beschrieben wurde[2]):

Die Backen werden hart, wie Holz; er kann den Mund nicht öffnen; die Augen tränen häufig und werden verdreht und der mittlere Teil des Rückens steif, er kann weder die Beine noch die Hände und den Rücken biegen, das Gesicht wird rot und schmerzt sehr. Wenn das Übel tödlich ist; so kommt das Getränke und die Speisen, die er vorher genossen hat, bisweilen durch die Nase zurück. Ein solcher stirbt den dritten, den fünften, den siebenten oder den vierzehnten Tagen und genest, wenn er über diese hinauskommt."

„Der Opisthotonus entsteht, wenn die hinten im Nacken liegenden Flechsen beschädigt sind. Sie leiden aber entweder nach einer Entzündung des Halses oder wenn die Luftröhre schwürig wird. Ein solcher Kranker wird zurückgezogen, der Rücken ist für Schmerzen hart, die Brust steht heraus und er seufzt. Er wird so herumgezerrt,

daß ihn die Umstehenden kaum halten können, damit er nicht aus dem Bett fällt."

Auch der Kälte schrieb Hippokrates in der bekannten Stelle die Entstehung des Tetanus zu [3]):

„*ἕλκεσι τὸ μὲν ψυχρὸν δακνῶδες, δέρμα περισκληρύνει, ὀδύνην ἀνεκπύητον ποιέει, μελαίνει, ῥίγεα πυρετώδεα ποιέει, σπάσμους καὶ τετάνους.*"

Therapeutisch empfahl Hippokrates die Übergießung mit sehr kaltem Wasser, Pfeffer und Nießwurze in Bissen und die Einschmierung auf die schmerzende Körperstelle mit Fett.

Aristoteles [4]) (384 v. Chr.) beschrieb den Tetanus in seinem Werke („*Περὶ ζώων ἱστορίας*") als „*Οπισθότονος*", eine Krankheit, die sich bei Tieren öfters vorfindet. Auf ihre Ursache geht er aber nicht näher ein. Nach Aristoteles schien die Krankheit vergessen. Erst einige Schriftsteller der römischen Kaiserzeit erwähnen sie wieder. Asclepiades [5]) (124 v. Chr. Prusa) der Begründer der Solidarpathologie, sah die Veranlassung aller krankhaften Krämpfe und damit des Tetanus in einer Störung (Steigerung oder Verminderung) der normalen Spannungsverhältnisse der festen Gebilde, namentlich der Muskeln und Gefäße. (zuerst Status strictus, später Status laxus).

Zur Wiederherstellung jenes normalen mittleren Verhaltens (*Μέθοδος*) empfahl er besonders den Gebrauch des Wassers in Form von Abgüssen und die Diät.

Celsus [6]), der Verfasser des berühmtesten medizinischen Werkes der römischen Literatur um die Zeit von Chr. Geburt zu Rom, hatte in seinem Werke „de medicinae Libr. VIII" eine ausführliche Mitteilung über Tetanus geschrieben. Nach ihm soll der Starrkrampf nach starker Erhitzung oder Erkältung des Körpers auftreten, besonders wenn die in der Umgebung von Geschwüren an der Rückseite des Körpers auftretende Schwellung plötzlich verschwindet, löst dies Starrkrampf aus.

Therapeutisch = Bähung mit feuchtem Salz, Vollbad mit warmem Öl oder warmem Wasser. Wenn sich der Schmerz jedoch nicht lindert, so muß man an den Hals Schröpfköpfe setzen, nachdem man vorher die Haut eingeschnitten hat; auch muß man die befallenen Stellen mit dem Glüheisen brennen oder durch Auflegen von Senf anätzen. Er hat ferner schon bei der Dilatationsmethode gemeint, die angespannten und angeschnittenen Nerven damit zu treffen.

Aretäus [7]) (Mitte erstes Jahrhunderts nach Chr.), ein gelehrter Kappadozier, beobachtete den Starrkrampf, besonders nach Abortus bei Weibern und Verletzungen, im letzteren immer mit letalem Aus-

gang. Auch die Kälte ist eine sehr häufige Ursache; deshalb erzeugt der Winter von allen Jahreszeiten diese Krankheit am häufigsten. Er schuf bereits eine Gliederung in Opisthotonus, Emprosthotonus und Tetanus. Die Dreiteilung geschah allerdings nach rein äußerlichen Gesichtspunkten. Hauptsächlich nach der Lokalisation der Muskelkrämpfe und Spasmen. Beim Opisthotonus war hauptsächlich die Rückenmuskulatur, beim Emprosthotonus die Bauchmuskulatur und schließlich beim Tetanus die gesamte Körpermuskulatur beteiligt.

In Bezug auf das Geschlecht und Alter sagt er folgendes: „Weiber bekommen, weil sie kalter Natur sind, den Tetanus leichter als Männer, kommen aber eher davon, weil sie feuchter sind. Kinder werden am häufigsten davon befallen, sterben aber nicht so leicht, junge erwachsene Leute leiden weniger daran, gehen aber leichter davon zugrunde; am seltensten ist er bei Personen in der Blüte der Jahre. Greise sind vor allem der Krankheit ausgesetzt und sterben auch am leichtesten daran. Der Grund davon liegt in der Kälte und Trockenheit des Alters, das ist ja auch die Natur des Todes.

Wir staunen noch heute über seine klassische Schilderung eines Tetanusfalles:

„Wird aber der Körper nach vorn gezogen, so krümmet sich der Rücken; die Hüften treten hervor und kommen in eine horizontale Linie mit dem Rücken, sodaß die ganze Wirbelsäule eine wagerechte Haltung einnimmt. Der Kopf neigt sich nach vorn der Brust zu, das Kinn stemmt sich gegen das Brustbein, die Hände sind ineinander geschlungen und die Beine sind ausgestreckt, die Kranken stöhnen und seufzen tief auf. Ergreift aber das Übel die Brustorgane und die Respiration, so geht leicht das Leben verloren. Das ist aber für den Kranken noch das Beste, denn nur durch den Tod wird er von den Schmerzen, Verdrehungen der Glieder und der Angst erlöst. Auch seinen Verwandten ist dieser Ausgang lieb, selbst wenn es den eigenen Sohn, oder Vater träfe. Bleibt aber trotzdem die Respiration, wenn auch nur herabgesetzt erhalten, und fristen auf diese Weise die Kranken auf einige Zeit ihr Leben, so werden sie am Ende nicht nur gebogen, sondern sogar kreisförmig gekrümmt. Der Kopf liegt dann auf den Knien; Schenkel und Rücken sind so nach vorn übergebogen, daß das Kniegelenk in der Kniekehle getrieben zu sein scheint. Das ist ein entsetzliches Leiden, grausig anzusehen und unheilbar. Auch die nächsten Verwandten wollen nichts von dem Gequälten wissen und es läßt sich wohl der sonst keineswegs fromme Wunsch der Angehörigen rechtfertigen: der Kranke möge bald sterben, damit mit dem Leben zugleich der Schmerz und das traurige Übel aufhöre. Der

anwesende Arzt vermag nichts, um das Leben zu erhalten, nichts um den Schmerz zu mildern, nichts um die Entstellung zu beseitigen, denn wenn er die Glieder gerade machen wollte, müßte er den Kranken zerschneiden oder zerbrechen. Ohne also einen solchen Kranken zu berühren, kann er nichts anderes tun, als sein Schicksal bedauern. Das ist für den Arzt eine große Qual."

Aretäus glaubt vorzüglich, Blutentziehung anwenden zu müssen, bei den Fällen, die nicht in Folge einer Verwundung eintraten. Auch empfahl er, die Schröpfköpfe in das Genick zu beiden Seiten der Wirbelsäule zu setzen.

Galenus[8]) gibt zunächst eine Art Theorie der genannten Krankheiten, in welcher er unter anderem sagt, daß von einer erkrankten oder verwundeten Körperstelle aus zunächst die mit ihr in Verbindung stehenden Nerven erkranken und zu Contractionen der zugehörigen Muskeln führen: *Ἐννόει δε καὶ ὡς ἐνδέχεται τι τῶν ἐν τῷ σώματι μορίων ἢ διὰ φλεγμόνην ἢ δὶ ἄλλην τινὰ αἰτίαν ἰσχυρῶς πάθον, ἑαντῷ συνεπισπάσθαι τὰ συνεχῆ νεῦρα.*

Auf diese Weise, was nicht leicht verständlich ist, scheint er sich auch das Zustandekommen desjenigen Symptomenkomplexes zu denken, welchen er folgendermaßen beschreibt:

Ὅταν μέν εἰς τὸ πρόσω τείνηται τὰ μόρια τοῦ σώματος, ἐμπροσθότοντος ὅταν δὲ εἰς τοὐπίσω, ὀπισθότοντος τέτανος δὲ ἰοσθένης ἐφ ἑκατέρᾳ.

Ein Zeitgenosse des Letzteren, Pelops[9]) aus Smyra, bezeichnet diese Leiden als eine Dehnung und ein Zusammenziehen der Nackenmuskeln und Nerven, wodurch ein Vorbeugen, Schütteln und Zurückwerfen des Kopfes entsteht. Als die Ursache gibt er an eine Überfüllung der Muskulatur mit Pneuma und dicker nebeliger Luft; er sagt, sie sei kalt und verdichtet und daher schwer beweglich, weshalb für diese Kranken eine mehr trockene und nicht feuchte Bähmittel dienlich sei.

Aurelian. Caelius[10]) Anfang 4. Jahrhundert), der selbst Compilator der methodischen Schule von Soranus war, wollte den Starrkrampf nicht von den anderen Krampfformen trennen, im Tetanus erblickte er, wie es auch Anschauung von Hippokrates war, nur eine Mittelform im Opisthotonus und Emprosthotonus seine Extreme. Diese Doctrin wurde von ihm weiter ausgeführt. Nach seiner Angabe sollen „bei den Opisthotonischen die Schenkel zusammengelegt und die Hände ausgestreckt sein. Die Finger haben sie zusammengelegt und eingeschlagen, wie Hippokrates sagt, und den größeren Finger d. h. den Daumen, umschließen sie mit den übrigen (wie bei Epilepsie). — Die Emprosthotoniker lassen dagegen wieder schwer die Finger

beugen. Nach Caelius Aurelianus Ansicht ist der Tetanus eine „unwillkürliche Spannung". Von ihm lesen wir in seiner Abhandlung aller Krämpfe folgende Schilderung des Emprosthotonus (Libr. IV. cap. 6. p. 149 ed Amman Venetus 1757) „Emprosthotonicis autem colla conducuntur in anteriorem partem atque mentum pectori configitur: tenduntur ilia et praecordia, cum frequenti delectatione urinae egerendae et difficili flexu digitorum". Nach Rose hat es sich bei diesem römischen Emprosthotoniker garnicht um Starrkrampf, sondern um Steinkranke und andere Leute mit krampfhafter Stangurie gehandelt.

Paulus[11]) Aegina, Mitte 7. Jahrhundert, einer der letzten Ärzte aus der alexandrinischen Schule, behandelt den Starrkrampf als eine bestimmte Art von Krämpfen und erklärte dessen Entstehung folgendermaßen: Die Muskeln des Körpers, besonders des Rückens werden durch einen kalten, innerlich und äußerlich anhaftenden Saft zum Erstarren gebracht; deshalb können die Kranken sich selbst nicht bewegen. Das Leiden kann, wenn auch nur selten, von Entkräftigung herrühren, vom Schlafen auf der Erde, vom Heben schwerer Lasten, von Verwundungen, von Fall, von Verbrennungen, von Stoß und von Sonstigem, was den Nerven Schaden bringen kann.

Die Anzeichen bei den Kranken sind ein schweres Atmen, das dem Stöhnen ähnlich ist, mit ununterbrochenem, kleinen Puls, oft auch zeigt sich bei ihnen ein sardonisches Lachen *), Röte des Gesichtes, die Augen treten in großer Anschwellung hervor. Endlich können sie nicht mehr schlucken und haben Schmerzen teils im Kopfe, teils zwischen den Schulterblättern und in den Hüften, einige fangen an zu zittern. Der günstige Ausgang in allen Fällen erfolgt, wenn Fieber eintritt, nachdem es anfangs nicht bestand.

Die Behandlung des an Starrkrampf Leidenden nach Paulus Aegina ist anfangs ihn zur Ader zu lassen, die ergriffenen Teile sind mit Wolle, die mit Springurken, Bibergeil und altem Öl benetzt ist, zu bedecken, oder es ist eine breite mit warmem Öl gefüllte Blase aufzulegen. Ferner sind blutige Schröpfköpfe auf den Nacken, Rükken, beiderseits, die Gegenden der Blase und Nieren zu setzen.

Wenden wir uns zur Betrachtung eines Schriftstellers, der obgleich er teilweise die sonderbarsten Ansichten zu Tag gefördert hat, dennoch vielfach als Reformator der Medizin betrachtet wird: Para-

---

*) Sardonisches Lachen. (*Γελῶς σαρδόνιος*, grinsendes, von *σαίρω*) Lachen, auch von *σαρδόνιον* einer Pflanze vornehmlich Sardiniens abgeleitet, bei deren Genuß das Gesicht sich zu höhnischem grinsendes Lachen verzieht.

celsus[12]). Auch bei ihm finden wir nämlich eine Schilderung dieser Krankheit, wie sie eben zu seinen Auffassungen paßt:

1. „Dieser Tetanus ist eine spiritualistische Krankheit und liegt Particulariter in arteriis und ligamentis und so er seine Wirkung nimpt, so zeugt er die Glieder zusammen".

2. „Dieser Spasmus ist gleich Tetanus allein, mit Ausstrecken und ist eine spiritualistische Krankheit, liegt im Geäder und den Ligamenten.

3. „Dieser Tetanus oder Spasmus hatte auch eine solche Wirkung / So er ist in gewaltigen Leib / So zeucht er die Glieder / die die Natur gerecht gemacht hatte. Zusammen oder gestreckt etwas hinaus das krumb sein soll, und heißt Tetanus oder Spasmus major. Paracelsus nahm bereits wahr, daß der Starrkrampf beim Menschen sich stets im Anschluß an eine Verwundung herausbilde.!

Laurenz Fries[13]), der Colmarer Doctor medicinae et philosophiae, schreibt in seinem „Spiegel der Arznei" über Tetanus folgendes:

„Dieser Krampf ist eine Anziehung und Ausbreitung der Nerven durch Verletzung des Körpers und besonders des Halses. Ursache ist Leere oder Völle der Glieder durch Erkältung bei Arbeit, oder Traurigkeit (Gemütsaffekt). Die Dreiteilung, die von Aretäus gegeben ist, bezeichnet er mit dem neuen Namen Anthotonus, Prothotonus und Tetanus.

„Wenn man diesen Krampf vertreiben will", sagte Fries, „soll man zuerst den Kranken purgieren, da die Schlagader und Nerven voll und gestaut sind." Ferner empfahl er folgendes Rezept als Salbe, auf die Körperstelle zu reiben, wo der Krampf ist:

Rp.	Olei de Cinamono	ıb′ ʒ
	cere citrine	ʒʒ
	enforby reclutes	ʒʒ
	Fiant ung.	

Leonhard Fuchs[14]), gelehrter Professor in Tübingen, beschrieb in der Reformationszeit in seinem Buch (Libr. I cap. 30 de Convulsione) den Tetanus, steckte aber ebenfalls noch tief in den Anschauungen des Aretäus und des hippokratischen Altertums. Er trennte jedoch die Epilepsie vom Tetanus ab; aber die „Spasmi" zerfallen auch bei ihm in Opisthotonus, Emprosthotonus und Tetanus, der Form nach, je nachdem eine Distensio erecta, Distensio ad posteriora oder anteriora vorliegt, ohne daß auf diese Einteilung später weiter

Rücksicht genommen wird, wohl rein eine Reminiszenz seiner klassischen Bildung.

Von dieser Zeit an bis zum Anfang des 18. Jahrhunderts finden wir weniger Aufzeichnungen über den Tetanus in der Literatur. Aber wir sehen den Tetanus in der Tiermedizin sehr oft erwähnt [15]).

Eine ganz sonderbare Ansicht über das Zustandekommen der Starrkrampferkrankung vertritt der französische Stallmeister und Pferdearzt Jaques Solleysel (Mitte 17. Jahrhunderts) in seinem damals großes Aufsehen erregendem Werke „Veritable parfait marechal" für den „Mal de Cerf" wie er den Starrkrampf nennt. Er meint nämlich, daß die an Tetanus erkrankten Pferde sich denselben meist selbst dadurch zugezogen haben, daß sie stark an ihren Halftern gezogen und infolgedessen die Halsmuskeln über Gebühr ausgedehnt hätten. In anderen Fällen könne übrigens der Zustand auch von einer „zu Unzeiten erlittenen Hitze oder Kälte" herrühren, sodaß die „Humores", die sich im Körper befinden, durcheinander gerüttelt werden und eine Muskelsteifigkeit herbeiführen.

Der Nächste, welcher den Starrkrampf beschrieben hat, ist Lafosse. Im zweiten Teil seines Prachtwerkes „Cours d' Hippiatrique" gibt Lafosse betreffs der Aetiologie des „Mal de Cerf" etwa folgendes:

Nach heftigen Bewegungen, übermäßigem Schwitzen, Mangel an Getränke, längerem Aufenthalt in kalten und feuchten Räumen treten eine Verdickung des Blutes ein, welche eine Stockung desselben in den Gehirngefäßen zur Folge haben; der dadurch auf Hirnhäute und Hirnsubstanz ausgeübte Druck bewirkte eine übermäßige Ergießung der Lebensgeister in die Nerven, welche nun ihrerseits eine anhaltende Zusammenziehung der Muskeln hervorrufe. Dieselben Erscheinungen veranlassen eine zu große Blutmenge, wie sie durch zu kräftige Nahrung und Mangel an Bewegung zustande komme, also eine Blutverdünnung im Anschluß an übermäßige Bewegungen und Anstrengungen, allzugroße Hitze, scharfe Getränke und Fieber können zu Tetanus führen.

Nächst Lafosse war es Ehrmann, der in einer kleinen Monographie über die „Hirschkrankheit" publizierte und als Ursachen derselben Mangel an Getränke und Erkältung angab. Durch diese beiden Faktoren soll der Blutumlauf usw. gehindert werden, den Nerven die nötige Feuchtigkeit entzogen und dem Körper die natürliche Wärme genommen werden. Die Folge davon sei eine krankhafte Kontraktion der Muskulatur. Eine noch andere Erklärung über das Zustande kommen des Tetanus gibt uns Graf v. Trauterberg in seiner „Anleitung zur sicheren und gründlichen Heilung der Pferdekrankheiten". Er

beschuldigt nämlich als Ursache schlechte Nahrung und Erkältung, d. h. Unterbrechung des Schweißes. Dadurch werden das „Geblüt" und die Feuchtigkeiten, welche sich aus denselben absondert, scharf. Die so entstandene Schärfe dränge sich durch alle Teile des Körpers bis in die Gefäße der Nerven hindurch und verstopfe dieselben, sodaß dann die Muskeln, welche durch die Nerven in Bewegung gesetzt werden sollen, ohne Bewegung bleiben.

Erst in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts erschien wieder eine große Menge von Schriften über den Tetanus bei Menschen, wahrscheinlich, weil er vielfach beobachtet wurde im Schlesischen Krieg, Friedrich des Großen, während der Freiheitskämpfe in Amerika, der französischen Revolution; desgleichen der endemische Starrkrampf in einzelnen Gegenden, besonders in den Tropen. Es läßt sich jedoch nicht sagen, die Kenntnis der in Rede stehenden Krankheit sei durch die vielen Schriften wesentlich gefördert worden, die meisten davon enthielten nur die Beschreibungen von einzelnen Tetanusfällen, die alle durchaus unvollkommen und sehr mangelhaft waren. Das völlige Fehlen irgendeines Anhalts für die Entstehung der Krankheit führte auf mannigfache Abwege, ließ geheilte Tetanusfälle erscheinen, die nach unseren heutigen Kenntnissen wahrscheinlich niemals ein Starrkrampf gewesen waren. So hinterließ uns z. B. Anton de Häen, einer der ersten Ärzte des 18. Jahrhunderts in seiner „Ratio medendi" die Beobachtung von Tetanusfällen. Von seinen 8 Tetanusfällen dürfen vor einer strengen Kritik nur 2 als echt befunden werden, während sich die anderen wohl auf Verwechslung mit Mandelabscessen, Kieferkrankheiten, Hypercartharsis und desgl. zurückführen lassen.

Den menschlichen Tetanus brachte man bekanntlich früher in Zusammenhang mit der Hydrophobie, und selbst Männer wie Ulrich Bilguer[16]), der Vater der konservativen Chirurgie, bediente sich des Ausdrucks „Hundskrampf", „Spasmus cynicus" für den Tetanus des Menschen, wegen der doch ganz nebensächlichen Veränderung der Mimik.

Die Einteilung des Krankheitsbildes in Opisthotonus, Emprosthotonus und Tetanus, die auf Aretäus zurückzuführen ist, kehrt nun bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts immer wieder. Erst bei Wiedererwachen der Wissenschaften begnügte man sich damit nicht mehr. Da sich bei Starrkrampf die Muskeln zusammenziehen und damit den Körper biegen, schien das Schema unvollständig, außer einer Verbiegung nach Vorn und Hinten sollte auch eine seitliche unterschieden werden, und so führte Bonecken[17]) (Ende 18. Jahrhunderts) zu

den drei Formen des Aretäus noch die 4. Form „Pleurothotonus". Dieser stammt von den griechischen Wörtern *πλευρω*, die Seite und *τεινω*, spannen, welche zuerst schon von Fernelius (16. Jahrhundert) in seinem „Ambiani Pathologiae" geschrieben wurde und auch von Sauvages „Tetanus lateralis" genannt wurde.

Noch die Einteilung des Starrkrampfes wurde in jenen Arten erwähnt, welche die Nasologen nach den sog. entfernten oder gelegentlichen Ursachen, als eben so vielen Einteilungsgründen festsetzen; so führen z. B. Sauvages, Cullen, Valenzi einen Tetanus febrilis, verminosus, syphiliticus, hemiphlegicus, hystericus, Metastasen usw. entfernte Veranlassungen oder vielmehr begleitende Symptome und Nebenkrankheiten des Starrkrampfs waren.

Zulatti[18]) teilt den Tetanus in drei Arten ein:

a) in den inflammatorisch-rheumatischen, welcher durch Erkältung entsteht,
b) in den gastrischen, welcher von Indigestion, überflüssiger Galle, Giften, Würmern und bei Kindern von überbeschaffener Muttermilch, vielen Meconium herrührt;
c) in den faulichten, welcher von einer faulen in den Säften entstandenen oder in den ersten Wegen erzeugten, und auf die Nerven geleiteten Materie verursacht werden soll.

Immerhin brach sich schon die Erkenntnis Bahn, daß der Wundstarrkrampf in irgendeiner näheren Beziehung spez. zum Nervensystem stehen muß. Jedoch war die Vorstellung dieser Beziehung zunächst sehr primitiv. Wenn der Starrkrampf sich im Anschluß an eine Wunde entwickelte, so dachte man in erster Linie an eine direkte Reizung größerer peripherer Nervenstämme in der Wunde. Michaelis[19]), der Garnisonsmedicus in Harburg, stellte (1797) den Satz auf, es finde bei jedem Wundstarrkrampf eine sphacelöse Verderbung der Wunde oder des verwundeten Teils statt. Er spricht beim Tetanus von einem „fauligen contagium". Bei den Sektionen fand man häufig, daß beträchtliche Nervenstämme der Wirkung der faulichten Jauche ausgesetzt waren. Vor allem glaubte man an eine direkte Verletzung peripherer Nerven, wenn der Ausgang nicht eiterte oder rasch verheilt war. Diese Ansicht wurde besonders gestützt durch den bekannten Fall von Dupuytren, der bei einem Tetanuskranken als Eingangspforte eine schon vernarbte Wunde am Arm fand, die bei Einschneiden ein Stück Peitschenschnur enthielt, die vom Nervus ulnaris eingehüllt war. Ferner aber liegen, wie bekannt, experimentelle Bestrebungen vor, durch Reizung peripherer Nerven

Starrkrampf zu erzeugen, von Descot und Legros. Sie enthielten aber durchaus negative Resultate.

Noch viel schwieriger war dann die Erklärung derjenigen Tetanusfälle, in denen gar keine Wunde voran gegangen war. Hier nahm man seine Zuflucht zu einer voraufgegangenen, allgemeinen Schädigung des Nervensystems, z. B. zur Erkältung. So entstand der Begriff des Tetanus rheumaticus. Wenn damit allgemeine Insulte des Nervensystems als Ursache des Wundstarrkrampfes anerkannt wurden, besonders die Erkältung, so war es durchaus natürlich, daß jede Häufung von Tetanus in einzelnen Ländern auf denen besondere klimatische Verhältnisse zurückgeführt wurden. So gelangten meteriologische und klimatische Faktoren in die Tetanusforschung.

Dazille[20]), ein französischer Militärarzt, beschrieb Mitte des 18. Jahrhunderts seine Erfahrungen an Tetanusfällen, die er vorwiegend in den französischen Kolonien in Amerika gesehen hatte. Nach ihm waren es „niedrige, frische, feuchte" Länder, die leicht zu Tetanus rheumaticus führen. Besonders aber wurde in heißen Gegenden von jeher den Witterungsverhältnissen ein den Ausbruch des Starrkrampfs begünstigender Einfluß zugeschrieben, jäher Wechsel der Temperatur, schnelle Durchkühlungen des Körpers, durch Schlafen auf nassem Erdboden und dsgl., kurz „Erkältung" gefürchtet.

Wenn bei einem Tetanuskranken weder eine äußere Verletzung noch eine Erkältung nachweisbar war, so nahm man in damaliger Zeit seine Zuflucht zu der Vorstellung, daß auch seelische Störung, heftige Gemütsbewegungen, physische Depressionen des Nervensystems reizen konnten, daß ein Tetanus daraus entstand, den man Tetanus idiopathicus nannte.

Rush[21]) beschrieb (1792) den Einfluß und die Folgen der Revolution in Nordamerika und der dabei entstandenen krampfhaften Nervenkrankheit, auch Tetanus.

Pinel tut das nämlich in Hinsicht der Revolution in Frankreich und Paris. Stutz bemerkte, daß die Revolutionen in der Politik auch Revolutionen im menschlichen Organismus nach sich gezogen haben.

Bis zur Wende des 19. Jahrhunderts zeichnen sich die Schriftsteller noch durch gewagte Erklärungen der Wesen und Ätiologie des Starrkrampfes aus. Nun einige aus jener Periode sollen hier Erwähnung finden.

Stutz[22]) verlegte den Starrkrampf in die Muskelsubstanz selbst und behauptet, das Wesen und die nächste Ursache des Tetanus be-

stünden in der Störung und Hemmung des in dem Muskelzellchen continuierlich vor sich gehenden, chemisch-organischen Prozesses und in der hieraus sich ergebenden Anhäufung des Sauerstoffes in den Muskeln. — Um seine Theorie zu erklären und zu begründen, nahm er folgende physiologischen Grundsätze an. Es sollen nämlich nach ihm: der Kohlenstoff der Muskeln mit dem Sauerstoff des Blutes, und der Wasserstoff der Lymph- und Arteriengefäße sich mit dem Stickstoff der Nerven verbinden und die genannten vier Elemente in chemisch-organischer Verbindung miteinander stehen. Nach Einwirkung gewisser äußerer schädlicher Momente soll, seiner Ansicht nach, der Sauerstoff vermehrt und dadurch der chemisch-organische Prozeß gestört werden und infolgedessen der Starrkrampf entstehen.

Reil[23]) hält eine chemische Veränderung des ponderablen Stoffes, wodurch die Elastizität in den Muskeln auf diese Weise vermehrt werde, daß dadurch die Härte und Steifheit derselben entstehe, für die nächste Ursache des Starrkrampfes. Daß aber die Elastizität den Muskel mit solcher Kraft zusammenziehe, daß dadurch wie bei Trismus selbst zuweilen Zähne ausgebrochen werden.

Diese eben genannten Ansichten sind grundlose, rein abstrakte und naturphilosophische Phantasien.

Am meisten werden wir aber durch die Anschauungen von Richter[24]), die er in seiner „speziellen Therapie" zum Besten gibt, in Erstaunen gesetzt. Nach ihm liegt der nächste Grund des Starrkrampfes in einer eigenen, nicht allein quantitativen, sondern auch qualitativen, übrigens unbekannten Veränderung des Nervensystems, die nicht auf die gewöhnlichen Begriffe von Stärke und Schwäche zurückzuführen sei, und die Eigentümlichkeit habe mehr die Nerven des Gangliensystems (!), weniger ja selbst oft sogar nicht das Gehirn oder das cerebrale System zu affizieren.

Larrey[25]), oberster Chef der napoleonischen Armee während des ägyptischen Feldzuges, unterscheidet vier Formen bei Wundstarrkrampf:

1.) der Trismus, wenn sich der Krampf auf Kiefer und Gurgel beschränkt;
2.) der Tetanus, wenn der ganze Körper von dem Krampf ergriffen, dabei aber gerade ist;
3.) der Emprosthotonus, bei Vornüberbeugung und
4.) der Opisthotonus, bei Rückwärtsbeugung des Körpers im Krampfzustand.

Er sah, daß Wunden, die den Tetanus erzeugen, bei Verletzung der Nerven des Vorderkörpers Emprosthotonus, bei der der hinteren

Nerven Opisthotonus begründen. Geht die Wunde durch das ganze Glied, so daß die Nerven beider Flächen getroffen werden, so ist vollständig Tetanus da. Trismus entsteht nach Wunden selten allein, meistenteils ist er nur Folge des allgemeinen Tetanus. Auch hat er bemerkt, daß sich das Übel gewöhnlich nicht eher einfindet, als bei schnellem Umsatz der Temperatur von einem Extrem auf das andere, obschon die wesentliche Ursache fast immer dieselbe bleibt. Die Verwundeten, die sich in der Nacht dem unmittelbaren Eindruck der feuchten, kalten Luft, meistenteils einer Foge der Nord-Nord-Ost Winde, besonders im Frühjahre aussetzen, bekommen auch den Tetanus, der im Gegenteil bei fast gleichförmiger Temperatur selten erscheint.

Der Opisthotonus sollte nach Larrey seltener sein als Emprosthotonus. In der ganzen Literatur des Tetanus hatten nur wenige Autoren den Emprosthontonus beobachtet. Bei der so großen Zahl von Tetanusfällen, die Hennen in den spanischen Befreiungskriegen erlebte, will er nur einmal einen ähnlichen Fall gesehen haben. In der Helmstädter Dissertation von Christian Ludwig Gelpke, welche Werlhof gewidmet ist: „De Opistotono, Emprosthotono et Tetano" vom Jahre 1754 findet sich, so charakteristisch sie für seine Zeit ist, keine Beobachtung von Emprosthotonus vor.

Mit dem Aufschwung der Wissenschaft, wo auch der Tetanus mehr Gegenstand pathologisch-anatomischer Forschung wurde, fing man an, über das ihm mutmaßlich zugrundeliegende Leiden sich zu verbreiten. Man bemühte sich, durch genaue pathologische Untersuchungen des Rückenmarks und der peripheren Nervenstämme die eigentliche Lokalisation und das Wesen des Starrkrampfes zu finden.

Billaud und Oliver (1828) sahen bei einer großen Reihe tetanischer Neugeborener konstant Blutergüsse in dem Sacke der Arachnoidea und im Rückenmark selbst. Bednars Übersicht über 33 Sektionen tetanischer Kinder ergibt 8 mal Hyperämie des Gehirns, 6 mal allgemeine Anämie, 5 mal seröse Infiltration der Gehirnhäute, 3 mal Hyperämie der Rückenmarkshäute, 3 mal Blutextravasate im Sack der Arachnoidea, 2 mal Apoplexie meningea an der Gehirnbasis, 1 mal seröse Infiltration der Rückenmarkshäute. Thomson hob eine exquisite pergamentartige Trockenheit der Arachnoidea des Rückenmarks und Gehirns als Ergebnis mehrerer Leichenuntersuchungen hervor.

D'Outrepont sah in 6 Fällen eine eigentliche Entzündung des Rückenmarks. Besondere Aufmerksamkeit verdienten die Arbeiten von Schöller und Levi über die Entzündungen der Nabelarterien

für den Tetanus neonatorum. Früher hatte Colles auf Bauchfellentzündungen in der Umgebung der Umbilicalgefäße hingewiesen. Froriep sah in 7 Fällen knotige Anschwellungen und Rötung, welche mit unveränderten Stellen abwechselnd sich in Form von Inseln bis zum Rückenmark selbst fort erstreckten. Ähnliche Fälle hat früher schon Lepelltier beobachtet und im Jahre 1826 der Pariser Akademie mitgeteilt. Auch er sah die von der Verwundungsstelle entstehende Entzündung bis auf die Rückenmarkshäute fortlaufen. Außer den hier aufgeführten Fällen hat Friedrich eine Reihe von Untersuchungen zusammengestellt, welche eine fortlaufende Entzündung der Nerven zu beweisen suchen. Zu denjenigen, welche sich am bestimmtesten dahin aussprechen, daß das Wesen des Tetanus in einer Entzündung der Medulla spinalis zu suchen sei, gehören Brera, Cavellino, Hanke, Stafford und Zuffi. Und zwar sollte dies namentlich beim Tetanus rheumaticus seine Geltung haben. Eine Blutanhäufung im Rückenmark wurde auch von Henoch, Clemens und Kühn ziemlich konstant angetroffen. Zu erwähnen ist noch, daß Swan, Carron, de Villers, Aronssohn und Andral bei Tetanischen wiederholt eine Entzündung der Ganglia semilunaria beobachtet haben.

Die Ansicht, nach welcher der Tetanus seiner Natur nach auf einem eigentümlichen krankhaften Reizzustande des Gewebes des Rückenmarkes beruhe, war hauptsächlich von Curling[26]) vertreten, welcher hierbei speziellen Bezug nimmt auf die von Travers über Reizung gemachten Äußerungen, nachdem Curling sich zunächst dabei ausgesprochen hat, Tetanus beruhe allein auf einem Ergriffensein derjenigen Teile des Rückenmarkes, von denen die Tätigkeit der willkürlichen Muskeln bedingt sei, also zusammen der Tractus motorius genannt. Curling erklärte: Des krampfhaften Ergriffenseins des Rükkenmarks bleibt uns nichts anderes übrig als uns des Wortes Reizung (Irritation) zu bedienen. Diese Reizung könne übrigens obwohl pathologisch von der Entzündung verschieden nicht nur mit derselben ko-existieren, sondern auch durch eine entzündliche Affektion im Bereiche des Rückenmarkes oder den Umhüllungen desselben angeregt werden, ohne deshalb eine notwendige Folge einer solchen sein zu müssen. Sodann sei die Möglichkeit vorhanden, daß die tetanische Reizung entweder idiopathisch auftritt, oder durch direkte Verletzung oder durch Ausbreitung in der Continuität der Nerven von dem verwundeten Teil der Medulla erzeugt wurde.

Die andere Ansicht ging aus den von Rokitanskys[27]) gemachten pathologisch-anatomischen Entdeckungen hervor. Nach seiner

Untersuchung wurde festgestellt, die Maße des Zentralnervensystems seien ebenfalls von einem Gewebe durchzogen, welches von Virchow den Namen „Neuroglia“ (Nervenkitt) erhielt. So wurde bald von Rokitansky eine eigentümliche Erkrankung dieser Substanz als konstante Erscheinung bei verschiedenen Krankheitsformen des Nervensystems beobachtet. Indem nämlich Rokitansky zum wiederholten Male einen pathologischen Zustand der Medulla spinalis gewahrte, welcher sich als eine graue, zähflüssige, das Mark auseinanderdrängende und zertrümmernde Substanz charakterisierte, zeigten ihm mikroskopische Untersuchungen ebenfalls, daß dieses in die Textur des Rückenmarkes eingelagerte Gebilde kein neues Erzeugnis, sondern durch die Wucherung des in den Nervenzentren unter normalen Verhältnissen spärlich eingeschaltetes Bindegewebe sei. Im weiteren fand er die Erkrankung häufiger bestehend namentlich auch bei Neurosen, welche man bis dahin teilweise noch rein dynamisch aufzufassen gewöhnt war. Beim Tetanus und zwar bei einem Fall von Tetanus traumaticus, nahm er eine solche Degeneration des Rückenmarkes zuerst im Jahre 1855 wahr. Bei nachfolgenden Sektionen in Tetanus Gestorbener traf Rokitansky dieselbe dann ohne Ausnahme, und zwar nicht allein beim Tetanus traumaticus, sondern auch rheumaticus oder spontaneus, sodaß er sie nunmehr als konstant vorkommen zu erklären, keinen Anstand nahm. Er fand übrigens auch, die Erkrankung könne bald primären, bald mehr sekundären Ursprungs sein; letzteres, indem sich die Wucherung vom Gehirn oder den Spinalnerven fortgepflanzt habe.

D e m m e [28]) hat versucht, durch seine „Beiträge zur pathol. Anatomie des Tetanus“ für die Ansicht Rokitanskys mehr Vertrauen zu erwecken, indem er durch einige Untersuchungen folgendes feststellte:

Die Wucherung dieser Bindegewebssubstanz scheint bei Tenatus vorzugsweise und fast ausschließlich die weiße Marksubstanz zu beherrschen, während die graue erst sekundär und dann mehr durch Druck an den Grenzen, als durch intermediäre leidet, welcher Umstand für das Zustandekommen der beim Tetanus so prävalanten Reflextätigkeit von besonderer Bedeutung sei. Da Demme eine Entzündung nie bemerkte, so glaubte er die Erkrankung entstehe aus länger andauernden oder wiederholten Hyperämien und schließt dies aus den Veränderungen, welche er an den Gefäßen wahrgenommen.

Diese von Rokitansky und Demme vertretene Bindegewebswucherungstheorie erweckte natürlich bei anderen die Lust zur Überprüfung, um durch Bestätigung der neuen Befunde endlich einmal die lang ersehnte anatomische Grundlage für die Krankheitsform zu

legen. Kein anderer Pathologe hat sich aber von einer ähnlichen Bindegewebsentfaltung, wie die beiden sie beschrieben, überzeugen können.

Leyden[29]) sieht dann auch im Tetanus eine funktionelle Erkrankung des Rückenmarks, in dem durchaus keine mikroskopischen Veränderungen nachweisbar seien. Nach seiner Ansicht erschöpft sich die Funktion zu schnell, als daß es noch zu großen anatomischen Veränderungen kommen könnte. Vielleicht seien feine vorhanden, allein bis jetzt seien sie nicht nachgewiesen. Leyden ist zu diesem Resultat gekommen, nachdem er 4 Rückenmarke (2 vom rheumatischen, 2 vom traumatischen Starrkrampf) untersucht hatte und nirgends eine wesentliche Veränderung hatte finden können.

Mit Ausnahme Leydens haben also viele Forscher Veränderungen in den zentralen Organen gefunden. Rose[30]) war der Ansicht, daß die Krankheit vor der Erzeugung materieller Veränderungen, wie man das ergründen konnte, geendet hat. Er macht ferner im Hinblick auf die dauernde Schlaflosigkeit, auf das im Schlaf, wie in der Narkose eintretende Nachlassen der tetanischen Erscheinungen auf die im Bereich der Hirnnerven zuerst auftretenden Krankheitsäußerungen darauf aufmerksam, daß die Hauptveränderungen sich im Gehirn finden mußten, und vielleicht schon im groben nachweisbar sei. Die Anzahl seiner Wägungen — er wog 8 Männergehirne und fand im Durchschnitt 1502,5 g als Altersmaximum bei Männern — ist zu klein, um einen Schluß zu gestatten, immerhin ist das Resultat bemerkenswert.

Nach dem Standpunkte der Physiologie und Pathologie in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, war besonders bei den inneren Klinikern, die hauptsächlich von Romberg[31]) vertretene Ansicht zur Herrschaft gelangt, welcher im Tetanus den Ausdruck einer erhöhten Reflexerregbarkeit erblickt. Diese Reflextheorie vermochte damals die Erscheinungen des Starrkrampfes folgendes zu erklären: Von der Peripherie her erfolgt die centripetale Zuleitung einer heftigen Erregung in ununterbrochenem gleichmäßigem Tempo; die Übertragung der Bewegung findet den Pflüger'schen Gesetzen zufolge in der Medulla oblongata auf solche motorische Bahn statt, welche daselbst ihren Ursprung haben (Muskeln der Kiefer, Zunge, des Schlundes). Die Zuleitung der Erregung wird zu Anfang nur von den primär afficierten Nervenfasern aus erfolgen, indem die ätiologischen Bedingungen des Starrkrampfes anormale Erregung desselben veranlassen. Im weiteren Verlauf wird sodann die Reflexerregbarkeit allgemein gesteigert, so daß die Erregung jeder beliebigen sensiblen Faser

allgemeine Reflexkrämpfe auslöst. Die erhöhte Reflexerregbarkeit ist nach dieser Auffassung eine normale Funktion, die unter den genannten Bedingungen zustande kommt, ohne primäre anatomische Veränderung. Romberg hat die Einordnung des Tetanus neben der Hysterie und Hydrophobie zu den Reflexneurosen gerechnet und behandelte ihn unter den Krämpfen. Durch seine überragende Bedeutung wurde die Tetanusforschung für lange Zeit in das Gebiet der Nervenkrankheiten verlegt.

Heinecke[32]), der Gegner der Reflexthorie, sucht die Frage zu lösen. „Der Starrkrampf", so äußert er, „beruht auf einer Hyperämie der Nervenzentra, welche auf reflektorischem Wege durch Temperatur und Witterungseinflüsse erzeugt wird, nachdem die Zentralorgane bereits durch die von der Wunde ausgehende Reizung zu einem „Locus minoris resistentiae" geworden sind.

In den Jahren 1859—1861 sehen viele Autoren, namentlich auf chirurgischer Seite, die Notwendigkeit, den Zusammenhang zwischen der Wunde und Tetanus in erster Linie geltend zu machen. Dies führte nun wieder zu der Theorie, daß der Tetanus durch ein aus der Wunde in den Körper gelangtes Agens entstehe. Roser und Heiberg zählten den Tetanus zu den zynotischen Krankheiten. Man stelle sich vor, daß durch ein Miasma ein Gift in der Wunde sich bilde, durch dessen Resorption die Krampferscheinungen hervorgerufen würden. Diese Theorie erwarb sich wohl Anhänger. Griesinger[33]), Thompson, Spencer, Billroth, v. Bergmann, Rose und Strümpell[34]) und andere sprachen sich für dieselbe aus. Auch betonte man die Ähnlichkeit des Tetanus mit der durch Infektion entstandenen Hundswut. Insbesondere aber sprach für die Infektiösität die Beobachtung en- und epidemisch auftretender Fälle. Die Insel Heimaey, wo in 25 Jahren 185 Neugeborene an Tetanus starben, bei einer Bevölkerung von 200 Seelen, ist wohl das sprechendste Beispiel. Billroth erlebte im Mai 1860 in Zürich, in geringem Umkreise der Stadt 7 Fälle, von denen drei Fälle allein in seiner Klinik vorkamen; er nimmt keinen Anstand dieses gehäuften Auftretens, als Epidemie zu bezeichnen. Trotz dieser und noch vieler anderen in der Literatur bezeichneten En- und Epidemien des Tetanus, konnte die Infektionstheorie allgemeine Gültigkeit nicht erlangen, da die Tierversuche, welche von diesen Autoren angestellt wurden, um den infektiösen Charakter der Krankheit zu erhärten, scheitern.

Die Versuche waren zuerst von Billroth und Rose, von Arloing und Tripiér unternommen worden.

Die beiden letzteren injizierten im Jahre 1870 Hunden und Ka-

ninchen Blut und Eiter von tetanischen Menschen und überimpften auch Blut eines tetanischen Pferdes auf ein anderes — jedoch mit negativem Resultat. Schulz injiziert Blutserum und Eiter Tetanischer in das Subcutangewebe von Hunden und Billroth in das Gefäßsystem von Hunden — ebenfalls ohne Folge. Der Hauptfehler der meisten dieser Versuche lag darin, daß der Hund als Versuchsobjekt gewählt worden war, welcher für den Tetanus nur sehr wenig empfindlich ist.

Im Jahre 1884 endlich gelang es zwei Italienern das Problem der Übertragbarkeit des Starrkrampfes zu lösen. Carle e Rattone [35]) injizierten die Aufschwemmung einer Aknepustel, von welcher aus sich tödlicher Tetanus entwickelte, 12 Kaninchen. Vier von diesen wurde dieselbe ins Perineurium des Nervus ischiadicus, sechs in die Rückenmuskeln, zwei in die Rückenmarkshöhle injiziert. Bei 11 dieser Tiere entwickelte sich tödlicher Tetanus. Von diesen Kaninchen benützten Carle und Rattone das Stück ischiadicus von der Einstichstelle bis zum Rückenmark wieder zur Bereitung einer Emulsion, die bei zwei weiteren Kaninchen tödlichen Tetanus hervorrief, während Blutinjektion bei zwei weiteren Tieren erfolglos blieb. Daraus schließen sie, daß

1.) der menschliche Tetanus eine Infektionskrankheit ist,
2.) vom Menschen auf Kaninchen übertragbar,
3.) von Kaninchen auf Kaninchen.

Kurze Zeit nach dieser epochemachenden Arbeit wurden Versuche von Impfungen anderer Art mitgeteilt von Arthur Nicolaier [36]) in Göttingen: Bei Gelegenheit ausgedehnterer Untersuchungen über die Mikroorganismen des Bodens zeigte es sich, daß durch Impfung mit manchen Erdproben bei Mäusen, Kaninchen und Meerschweinchen ein Symptomenkomplex hervorgerufen werden kann, der durch die andauernde krampfhafte Kontraktur gewisser Muskelgruppen und durch den von Zeit zu Zeit intercurrierenden heftigen Starrkrampf an fast allen Rumpf- und Extremitätenmuskeln als Tetanus anzusprechen war. Sämtliche geimpften Tiere gingen nach einigen Tagen unter heftigen krampfartigen Paroxysmen zugrunde. Die Sektion der an Erdtetanus verendeten Tiere ergab wie beim menschlichen Tetanus sehr wenig auffällige Befunde, außer an der Impfstelle in geringer Menge vorhandenen breiigen Eiter. In diesem Eiter wurde bei der mikroskopischen Untersuchung neben verschiedenen anderen Mikroorganismen besonders ein Bazillus von feiner, schlanker Form gefunden, welcher an dem einen Ende eine Art Knopf trug. Dieser Knopf ist als Spore aufzufassen. Der Bazillus ist mit einer Stecknadel

in seinem Aussehen zu vergleichen. Es gelang Nicolaier auch die Fortzüchtung dieses Stäbchens auf künstlichem Nährboden, allerdings nur in Mischkultur auf erstarrtem Hammelblutserum. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes und der übrigen Organe fiel negativ aus. Zur Sicherstellung, daß man es mit einem infektiösen, durch Mikroorganismen bedingten Tetanus zu tun hatte, wurden die Erdproben, mit denen der Tetanus besonders prompt ausgelöst werden konnte, eine Stunde lang auf 190° erhitzt und dann den Tieren eingeimpft, 20 solch behandelte Versuchstiere blieben indessen völlig gesund. Ferner wurden Übertragungen von Tier zu Tier verursacht und zwar mit Eiter und es waren von 88 Impfungen 64 erfolgreich. Die Inkubationszeit war jedoch verkürzt, der Krankheitsprozeß verlief viel intensiver und rascher. Durch diesen Versuch ist es wohl als erwiesen anzusehen, daß Bazillen existieren, welche bei Mäusen, Kaninchen und Meerschweinchen in tiefe Wunden gelangen, tödlichen Tetanus hervorrufen. Alle Versuche, welche Nicolaier anstellte, um den knopftragenden Bazillus in Reinkultur zu züchten, mißlangen. Im folgenden Jahre wies schon Rosenbach[37]) denselben Bazillus in der Wunde von tetanischen Menschen nach und Nocard konstatierte ihn 1887 im Eiter eines tetanuskranken Pferdes. Auch diese Autoren konnten keine Reinkultur des fraglichen Bazillus erhalten.

Bei der Beschreibung der Nicolaier-Rosenbach schen Versuchsergebnisse erwähnte man, daß nach diesen Forschern die Tetanusbazillen deshalb schädlich wirken sollten, weil sie ein strychninähnliches Gift produzieren. Diese Vermutung wurde denn auch sehr bald durch Experimente, welche Brieger[38]) anstellte, bestätigt. Brieger hat aus sterilisierten Kulturen der Tetanusbazillen 4 Ptomaine oder „Toxine" dargestellt: das Tetanin, das Tetanotoxin, das Spasmotoxin und ein salzsaures Toxin. Minimale Mengen davon erzeugten bei Versuchstieren ausgesprochenen Tetanus, aber die klassische Form des Tetanus war nicht vorhanden. Es ist deshalb nicht anzunehmen, daß Brieger schon das echte Tetanusgift vor sich gehabt hat.

Im Jahre 1889 gelang es Kitasato[39]) die Nicolaierschen Bazillen rein zu züchten und zwar sowohl aus Gartenerde, wie aus den Wunden der Tetanischen. Nachdem Kitasato erkannt hatte, daß der Tetanusbazillus nur in sauerstofffreier Atmosphäre, d. h. anaerob wächst, wandte er folgendes Verfahren an, um ihn rein zu züchten. Er erwärmte die mit dem verdächtigen Material (Gartenerde, Eiter etc.) geimpften Nährböden 1 Stunde auf 80 Grad. Hierbei gehen alle anderen Keime außer den Tetanusporen zugrunde. Dann leitet er in das Nährmaterial Wasserstoffgas ein und läßt die Kulturen im

Brutschranke sich entwickeln. — Bei der Züchtung in Agar oder Gelatinröhrchen kann man zweckmäßig den Wattebausch mit alkoholischer Pyrogallolösung tränken, welche der Luft den Sauerstoff entzieht und sich auf diese Weise anaerobe Kulturen herstellen lassen. In den Agarkulturen wächst der Tetanusbazillus, indem er stachliche Zacken zu beiden Seiten des Impfstiches bildet. Kitasato fand nun, daß die gewöhnlichen Laboratoriumstiere, welche mit solchen Bazillen geimpft wurden, die klassische Form des Tetanus bekamen. Damit war endlich der Schlußstein gelegt zu der infektiösen Ätiologie des Tetanus und waren die von Nicolaier gefundenen Stäbchen endgültig als die echten Erreger des Wundstarrkrampfes beim Menschen und Tier gesichert.

Noch einen gewaltigen Anstoß zur weiteren experimentellen Erforschung und zur Behandlung des Tetanus beim Versuchstier gaben 1890 erschienen Arbeiten von Behring [40]) und Kitasato. Diese berichten über erfolgreiche Versuche der Erzeugung eines künstlichen Schutzes (Immunität) durch Tetanusbazillen gegen die Tetanusinfektion als auch gegenüber einer 20 fach tödlichen Dosis von Tetanusgift. Die Resistenz der vorbehandelten Tiere beruhte auf einer besonders erworbenen Eigenschaft ihres Serums, das nämlich auf Grund der Vorbehandlung die Fähigkeit erlangt hatte, neu in den Körper eindringendes Tetanusgift unschädlich zu machen oder zu entgiften. Ferner konnten Behring und Kitasato diesen erworbenen Schutz gegen eine nachfolgende Tetanusinfektion zugleich mit dem Serum der vorbehandelten Tiere auf andere noch nicht vorbehandelten Tiere übertragen. Auch konnte das Serum der durch vorsichtige Giftvorbehandlung immunisierten Tiere im Reagensglas außerhalb des lebenden Körpers Tetanusgift im Mischungsversuch unschädlich machen. Die eben beschriebene Schutzkraft des Serums vorbehandelter oder mit kleinsten Giftdosen immunisierten Kaninchen schrieben Behring und Kitasato bestimmten Schutzkörpern zu, die sich als Reaktion auf die Giftzufuhr im Tierserum bilden sollten. Sie nannten diese Schutzkörper Antitoxine.

Diese grundlegende Entdeckung von Behring und Kitasato führten zu künstlicher Immunisierung und zur Serumtherapie in der Tetanusforschung. Auch heute noch erblicken wir in dem von Behring gefundenen Serum das beste Mittel gegen Tetanus, der seit Jahrtausenden fast als unheilbare Krankheit betrachtet wurde.

Weg und Ausbreitung des Starrkrampfgiftes im Körper nach der neuesten Forschung[41]).

Wo und auf welche Weise das Tetanusgift auch in einen empfänglichen Tierkörper gelangt, wollen wir am Schluß noch ergänzen. So müssen wir auf Grund der aus den Tierversuchen gewonnenen Resultate annehmen, daß beim Menschen der Tetanus auf folgende Weise entsteht: Von der Infektionsstelle aus steigt das dort gebildete Tetanusgift innerhalb der Achsenzylinder der motorischen peripheren Nerven von den Nervenendapparaten aus in zentripetaler Richtung aufwärts bis zu den Vorderhornganglienzellen des Rückenmarks und gelangt von dort durch Diffusion in die der anderen Seite zugehörigen Rückenmarkszentren, wodurch der paraphlegische Typ der Querstarre erzeugt wird. Durch die Lymphspalten greift das Gift dann auch auf die sensiblen Bahnen über, oder auch durch Diffusion; die regelmäßig bei Tetanus bestehenden Schmerzen lassen auch eine Toxinwirkung oder gleichzeitige Läsion der hinteren sensiblen Wurzeln im Rückenmark sehr wahrscheinlich erscheinen. Zugleich gelangt ein anderer Teil des an der Infektionsstelle gebildeten Giftes in das Blut und die allgemeinen großen Lymphbahnen und wird auf dem Blut- und Lymphweg an das Rückenmark und Gehirn herangebracht, dort von besonderen giftempfindlichen Zellen und Zellkomplexen gebunden, meist zuerst in der Gegend des motorischen Trigeminuskernes (Trismus), und führt zum allgemeinen Tetanus. Je weiter peripher die Infektionsstelle am Körper, je entfernter sie vom Zentralnervensystem liegt und je geringer die Menge des gebildeten Giftes an der Infektionsstelle ist, desto länger ist die Inkubationszeit, desto mehr entspricht der Tetanus der ascendierenden Form des Tierversuchs, desto mehr beginnt die Krankheit als „lokaler" Tetanus. Je näher die Infektionsstelle dem Zentralnervensystem gelegen ist und je mehr Gift an der Infektionsstelle gebildet wird, desto mehr Tetanusgift gelangt auf dem Blut- und Lymphwege an das Zentralnervensystem, desto kürzer ist die Inkubationszeit und desto früher kommt es zum „allgemeinen" Tetanus.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Magnus, Direktor der Chirurgischen Universitäts-Klinik, für die Überweisung des Themas sowie die mir zuteil gewordene freundliche Anregung bei der Arbeit desselben, an dieser Stelle meinen ehrerbietigen Dank auszusprechen.

Literatur.

Aretäus (7): Von den Ursachen und Kennzeichen rascher und langwieriger Krankheiten: Deutsch von Dewetz, 1790. Jahrg. S. 20.
Aristoteles (4): zit. nach Georg Müller. Historische Skizze über den Tetanus. Dtsch. Zeitschr. f. Tiermedizin, Bd. 14, Heft 3.
Asclepiades (5): zit. nach Celsus, de medicinae libr. VIII 1713, S. 207.
Behring u. Kitasato (40): zit. nach Buzello, Wundstarrkrampf 1929, S. 67.
Bilguer (16): Abhandlung vom Hundskrampf bei Wunden. Berlin, 1791.
Bonecken (17): Fränkische Sammlungen, Nürnberg, 1761. Seite 24.
Brieger (38): Zur Kenntnis der Ätiologie des Wundstarrkrampfes. — D. m. W. 1887, S. 303.
Zit. n. Buzello (41): Wundstarrkrampf, 1929. S. 47.
Caelius (10): zit. nach Rose: Wundstarrkrampf beim Menschen, 1897. S. 16.
Carle e Rattone (35): Zentralbl. f. Chirurgie, 1884.
Celsus (6): Über Arzneiwissenschaft, Dtsch. v. Scheller, 1906. S. 67, 69.
Curling (26): Abhandlung über den Tetanus. 1838, Dtsch. von A. Moser, S. 107.
Dazille (20): zit. nach Buzello: Wundstarrkrampf, 1929, S. 5.
Demme (28): Beiträge zur Patholog. Anatomie des Tetanus, 1859, Leipzig.
Fries (13): Spiegel der Arznei, 1518.
Fuchs (14): zit. nach Rose, Wundstarrkrampf beim Menschen. 1897, S. 17.
Galenus (8): medicorum graec. opera editio Kühn, Bd. VII, S. 640.
Griesinger (33): Arch. f. Heilkunde, Bd. III, S. 174.
Hippokrates (1): De morb. libr. III, cap. 12.
Hippokrates (2): Hippokrates Schrift, Dtsch. v. Grimm, Altenburg, 1784, Bd. II, S. 475.
Hippokrates (3): Hippokratische Amphorismen V. 20.
Heinecke (32): Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, 1872, Bd. I.
Kitasato (39): Zeitschrift für Hygiene, 1889, S. 225.
Larrey (25): Medizin. Chirurg. Denkwürdigkeiten aus einem Feldzug, 1813.
Leyden (24): Virchow Archiv, Band 26.
Michaelis (19): Zit. nach Rose: Wundstarrkrampf beim Menschen, S. 224.
Zit. n. Müller (15): Historische Skizze über den Tetanus in der Tiermedizin. Ztschr. f. Tiermedizin, Bd. 14, Heft 3.
Nicolaier (36): Beiträge zur Ätiologie des Tetanus, Göttingen 1885.
Paracelsus (12): opera editio Husar. Straßburg 1806, S. 678.
Paulus, Angina (11): Paulus-Schrift, Dutsch. v. Berendes, 1914, S. 201.
Pelops (9): zit. nach Paulus-Schrift.
Reil (23): Fieberlehre, Bd. II, S. 461.
Richter (24): Zit. nach Weiß: Über den Wundstarrkrampf, Diss. 1824, S. 51.
Rokitansky (27): Lehrbuch der Pathologie, Wien 1857.
Romberg (31): Lehrbuch der Nervenkrankheiten, 1840.
Rose (30): Wundstarrkrampf beim Menschen, 1897, S. 181.
Rosenbach (37): Arch. f. Chirurgie, 1888, Bd. 34.
Rush (21): Medizin. Untersuchungen und Beobachtungen a. d. Engl.-Leipzig 1792, S. 297.
Stutz (22): Abhandlungen über Wundstarrkrampf, Stuttgart, 1804, S. 137.
Strümpell (34): Arch. f. klin. Medizin, Bd. 36, S. 14 u. 15.
Zulatti (18): Italien. Med. Chirurgische Bibliothek von Kühn und Weigel, I. Bd. I. St. Leipzig.

Lebenslauf.

Ich, Sik-Ning Wong, bin am 13. Jan. 1914 als Sohn des Kaufmanns, Ping Wong, in Kanton geboren. Meine erste Schulbildung erhielt ich als Privatunterricht und dann besuchte ich das Chung-Tek-Reform-Realgymnasium in Kanton, wo ich im Jahre 1933 die Reifeprüfung ablegte. Im Wintersemester 1933 wurde ich an der Universität Berlin immatrikuliert, wo ich anschließend Medizin studierte. Ich bestand dort im Frühjahr 1935 das Vorphysikum. Im Jahre 1936 bestand ich das Physikum, im Juni 1939 das Staatsexamen, beide vor dem Prüfungsausschuß in München. Während meines Studiums besuchte ich die folgenden Universitäten: Berlin, Freiburg i/Br, Frankfurt a/M und München.